

UE LIBRE SCIENCES ET SYSTEMES SPATIAUX

RAPPORT SUR LA MISSION :



Par Katia AMRI et Mariem Ndiaye

PLAN

INTRODUCTION

I-Les objectifs de la mission

II-Les contraintes

III-Le rover curiosity

IV-Résultats

Conclusion

INTRODUCTION

Depuis le début de l'exploration spatiale, la planète Mars est au cœur des missions interplanétaires lancées dans le système solaire. En effet, cette planète a probablement connu par le passé des conditions assez proches de celles régnant sur Terre, qui auraient pu permettre l'apparition de la vie. La planète rouge conserve encore aujourd'hui une atmosphère ainsi que de l'eau sous forme de glace dans les pôles.

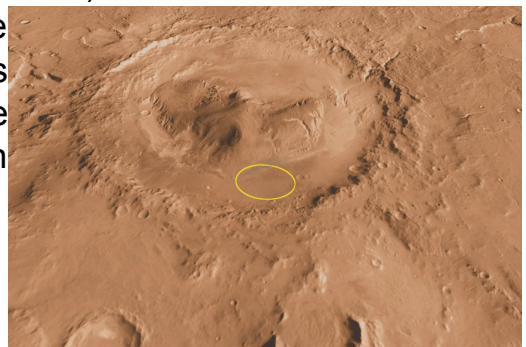
Pour des raisons de faisabilité techniques et financières aucun projet d'exploration par un équipage d'astronautes n'a encore été mis en œuvre, l'exploration de Mars est alors confiée à des missions robotiques et le restera probablement durant de nombreuses années.

Sa proximité avec la Terre permet d'envoyer des sondes spatiales et atterrisseurs sur cette planète qui constitue une destination incontournable si l'humanité doit se lancer dans un programme spatial habité ambitieux. Dans cette perspective, il est alors nécessaire d'effectuer des missions de reconnaissance.

Pour se faire, la NASA a mis en place « Mars Science Laboratory » (MSL, en français « Laboratoire Scientifique pour Mars ») qui est une mission d'exploration de la planète Mars à l'aide d'un rover appelé Curiosity.

Cette mission succède aux deux rovers Spirit et Opportunity, dont la mission a été un succès technique et scientifique retentissant. Ces robots pouvaient être considérés comme des géologues purs, dont l'objectif principal était d'étudier les roches présentes à la surface de Mars pour y déceler des indices de la présence passée (ou présente) d'eau liquide. Il s'agissait de la stratégie "*follow the water*" (suivre l'eau) mise en œuvre par la NASA au milieu des années 90.

Mars Science Laboratory vise quant à lui des objectifs qui prolongent cette stratégie. Curiosity ne comprend aucun appareil réellement conçu et dédié à la détection de traces de vie (passées ou présentes), mais il va s'atteler à l'étude de l'habitabilité passée de Mars, c'est à dire l'éventuelle existence d'environnements capables de permettre l'apparition et le développement de la vie, au niveau de son site d'atterrissage, le cratère Gale.



I- Objectifs

Afin de connaître la présence passée ou actuelle de la vie sur Mars, il convient de déterminer si la planète rouge a eu des conditions

environnementales capables de supporter la vie. Maintenant que les deux rovers de la NASA Spirit et Opportunity, ont trouvé la preuve incontestable que l'eau liquide a déjà existé sur la surface de Mars, les scientifiques espèrent déterminer si d'autres éléments nécessaires à la vie étaient aussi présents. Curiosity a pour objectif de chercher des composants fondamentaux incluant six éléments nécessaires pour toute vie sur Terre : carbone, hydrogène, azote, oxygène, phosphore et soufre.

Curiosity a pour mission d'étudier les cycles de carbone et d'eau de Mars. C'est à dire qu'il cherche à déterminer sous quelle forme et en quelle quantité l'eau et le carbone ont été stockés sur la planète ou dans son atmosphère et comment cela a pu évoluer dans le temps.

MSL a pour but d'étudier le paléoclimat de Mars et les processus climatiques pour l'atmosphère basse et l'atmosphère supérieure. Par le passé, Mars, plus chaude, aurait pu supporter une atmosphère plus épaisse et plus humide. Aujourd'hui, avec son atmosphère plus mince et plus froide, une grande partie de l'eau a quitté la surface de la planète et son atmosphère. Cela s'explique par le fait que l'eau est probablement sous la surface de la planète soit sous forme de glace ou probablement sous forme liquide si elle se trouve près d'une source de chaleur sur la planète. Une atmosphère plus humide et plus épaisse a pu fournir de meilleures conditions environnementales pour supporter la vie microbienne par le passé.

MSL permettra aux scientifiques de déterminer plus précisément la composition de l'atmosphère Martienne en mesurant par exemple les isotopes stables d'éléments comme le carbone. La plupart des éléments d'intérêt biologique ont au moins deux ou plus d'isotopes stables.

L'histoire de Mars et son évolution sont gravées dans ses roches. MSL étudiera donc ses roches et ses sols afin de comprendre les processus géologiques qui ont créé et modifié la croûte et la surface martiennes au fil du temps. MSL cherchera notamment la preuve que des roches se sont formées en présence d'eau.

L'objectif final de cette mission est de préparer l'exploration humaine de cette planète : En démontrant une capacité de poser de grandes et lourdes charges utiles sur Mars, MSL fraiera la voie pour envoyer un équipement et une infrastructure plus importante, dont les futurs explorateurs auront besoin. Par ailleurs, l'expérience dans la précision des techniques d'atterrissage utilisés pour Curiosity permettra de perfectionner une manière de faire atterrir des astronautes à une position précise en sécurité.

Une meilleure compréhension et une caractérisation de niveaux de radiation à la surface de Mars aideront des planificateurs de mission à comprendre des

dangers(hasards) potentiels confrontés par n'importe quels équipages d'astronaute futurs et concevoir des méthodes pour protéger leur santé.

III- DIFFICULTES

1/ENERGIE

Les opérations sur le sol de Mars doivent prendre en compte plusieurs contraintes. Le rover ne peut consacrer que 250 watts d'énergie aux équipements scientifiques. Durant l'hiver martien, lorsque la température chute, la puissance disponible est encore inférieure car il faut consacrer plus d'énergie pour maintenir les équipements sensibles à une température suffisante. Toutefois la latitude du site retenu (le cratère Gale), proche de l'équateur, permet au rover de bénéficier d'une température relativement clémente comprise entre -100 °C et 0 °C. Durant une journée martienne, le temps d'activité du rover est limité à 6 heures. La quantité de données scientifiques qui peut être transmise a été limitée en moyenne à 250 mégabits par jour martien pour tenir compte de la disponibilité des satellites chargés des liaisons avec la Terre.

2/Autonomie

Le rover n'est généralement pas capable d'enchaîner les opérations et doit recevoir des instructions des opérateurs sur Terre pour entamer une nouvelle tâche. Les activités scientifiques à mener sont conditionnées par plusieurs observations préalables effectuées à l'aide de différents instruments entre lesquelles s'intercalent une analyse par les scientifiques sur Terre pour identifier les cibles intéressantes et définir en conséquence l'étape suivante.

Lorsque le rover est en route pour un autre site, il dispose de logiciels lui permettant de progresser de manière autonome en interprétant les images fournies par ses caméras de navigation. Mais sa progression doit être très prudente, car la capacité d'identifier les obstacles est limitée et en cas d'enlèvement, retournement ou choc endommageant un des mécanismes ou instruments aucune réparation n'est possible. Or, le terrain martien est irrégulier et les zones géologiques intéressantes sont souvent situées dans des lieux escarpés.

3/Temps de réponse des équipes sur Terre

Le rover dépend donc fortement des échanges avec les équipes au sol pour mener ses activités. Or plusieurs facteurs freinent ces échanges : Les

communications radio mettent de 8 à 42 minutes pour arriver à leur destination en fonction de la position respective des deux planètes. Il n'est prévu que deux vacations radio par jour martien entre le rover et les contrôleurs à Terre pour plusieurs raisons : le rover dispose d'une quantité d'énergie limitée à consacrer aux télécommunications, ces échanges utilisent comme relais un des orbiteurs martiens qui doit survoler le site du rover et le réseau d'antennes de réception sur Terre a une disponibilité limitée. Les positions respectives de la Terre, de Mars et du Soleil ne sont pas toujours favorables à ces échanges. Au-delà des 180 premiers jours de la mission, la réactivité des opérateurs et des scientifiques sur Terre est limitée car les équipes ne sont plus disponibles 24h sur 24 et 7 jours sur 7 mais reviennent à des horaires normaux.

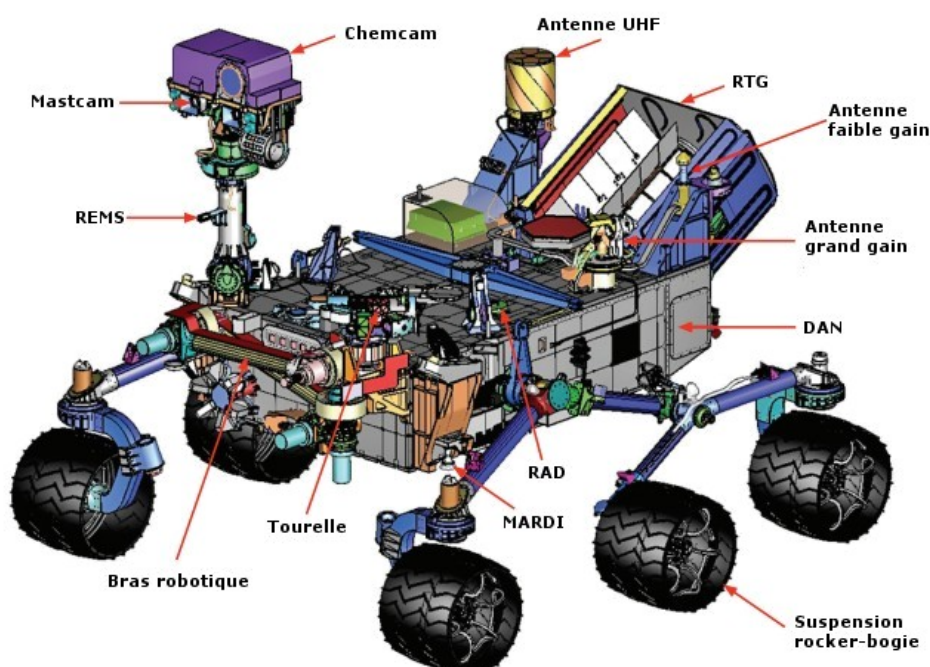
III- Le rover curiosity

1/Données générales

D'une longueur de 3 mètres (sans compter son bras mécanique), pour une largeur de 2,8 mètres et une hauteur de 2,1 mètres, depuis le sommet du mât jusqu'au sol, c'est un véhicule d'une taille impressionnante, que ne vient pas démentir son poids : 899 kilogrammes, soit pratiquement une tonne. Il dépasse donc à plate couture ses prédécesseurs, le minuscule rover Sojourner, et les deux frères jumeaux Spirit et Opportunity.

La charge utile du rover Curiosity est imposante. Elle se compose de 10 instruments, pour un poids total de 75 kilogrammes, sélectionnés pour fonctionner ensemble, de manière intégrée, et pour permettre au rover de réaliser tous les objectifs scientifiques qui lui ont été confiés.

2/Les 10 instruments :



MASTCAM est un ensemble de **deux caméras** fixées au sommet du mât du rover MSL pouvant fournir des images en couleurs. Elles sont utilisées pour identifier les **caractéristiques géologiques des terrains environnants et reconstituer la topographie du site**. Elles doivent également enregistrer les phénomènes météorologiques (nuages, givre, poussières soulevées par le vent) et apporter leur contribution dans les tâches de navigation.

MARDI est une caméra en couleur montée sous le châssis du rover et chargée de cartographier le site d'atterrissage durant la descente vers le sol martien. Ces photos ont été utilisées par l'équipe au sol pour situer le site d'atterrissage et identifier les sites intéressants sur le plan géologique se trouvant à proximité du lieu d'atterrissage.

CHEMCAM est un instrument qui permet d'analyser à distance (jusqu'à 7 mètres) la nature, la composition et l'état d'altération des roches. Il utilise un laser pulsé tire sur la roche à analyser provoquant la fusion de sa couche superficielle et générant un plasma. La lumière de désexcitation émise est collectée et envoyée à des spectromètres qui établissent la composition chimique élémentaire de la roche.

APXS est un spectromètre à rayons X qui doit mesurer l'abondance des éléments chimiques lourds dans les roches et le sol.

CheMin est un instrument qui effectue l'analyse minéralogique d'échantillons de roches par diffraction et par fluorescence des rayons X. La première technique permet d'identifier la structure cristalline de l'échantillon tandis que la deuxième méthode fournit la composition en éléments et la concentration massique des différents éléments.

SAM est un mini laboratoire qui doit contribuer à déterminer l'habitabilité présente et passée de la planète. SAM est composé de trois instruments qui sont destinés à fournir la composition chimique (moléculaire, élémentaire et isotopique) de l'atmosphère et de la surface de Mars. Cette suite d'instruments est essentiellement dédiée à la recherche d'indices possibles de vie passée sur Mars, ou d'une activité prébiotique, principalement par la recherche et la caractérisation des molécules organiques.

RAD caractérise l'ensemble des particules élémentaires chargées (protons, électrons, noyaux d'hélium...) ou non (neutrons) qui atteignent le sol martien :

ces particules sont émises par le Soleil ou sont d'origine plus lointaine (rayon cosmique). L'instrument doit identifier la nature des particules ainsi que mesurer leur fréquence et leur énergie.

DAN est un détecteur actif et passif de neutrons qui doit mesurer l'hydrogène présent dans la couche superficielle du sol martien (à moins de 1 mètre de profondeur) le long de la trajectoire suivie par le rover. Ces données doivent permettre de déduire l'abondance de l'eau sous forme libre ou dans des minéraux hydratés.

REMS est une station météorologique qui mesure la pression atmosphérique, l'humidité, les radiations ultraviolettes, la vitesse du vent, la température du sol et de l'air.

Le véhicule de rentrée comprend un ensemble, baptisé **MEDLI** qui permet aux équipes au sol un suivi des paramètres atmosphériques et du comportement de la sonde MSL durant la rentrée atmosphérique. Les informations recueillies doivent permettre d'améliorer la conception des futures sondes spatiales martiennes.

IV-RESULTATS

1/ Une planète adaptée à la vie

Une analyse d'un échantillon de roche recueillie par le rover Curiosity de la NASA montre que dans le passé Mars aurait pu soutenir des microbes vivants. Les scientifiques ont identifié du soufre, de l'azote, de l'hydrogène, de l'oxygène, du phosphore et du carbone - dont certains des ingrédients chimiques essentiels pour la vie - dans la poudre que Curiosity a prélevé sur une roche sédimentaire près d'un ancien lit de la rivière dans le cratère Gale sur la planète rouge le mois dernier.

2/ Carbone organique trouvé sur les roches martiennes

Les molécules organiques sont fondamentales à la création de la vie et ont été découvertes sur Mars grâce à l'analyse d'un échantillon de poudre de roche appelée mudstone, issue de « Yellowknife Bay ».

Cette découverte ne veut pas nécessairement dire qu'il y a une forme de vie passée ou actuelle sur Mars, mais cela montre que les bases nécessaires à la création de la vie ont été présentes sur Mars. Cela signifie également que d'anciens composants organiques ont pu être préservés, si bien, que nous pouvons les étudier aujourd'hui.

3/Méthane dans l'atmosphère martienne

Le spectromètre laser, inclut dans SAM a détecté un niveau de méthane atmosphérique et a observé une augmentation importante du méthane (10 fois plus important que d'ordinaire) sur une période de deux mois. La découverte de méthane est particulièrement intéressante car celui-ci peut être produit par des organismes vivants ou des réactions chimiques entre la roche et l'eau, par exemple.

4/ Les radiations peuvent Poser des risques de santé pour les Humains

Curiosity a mesuré des niveaux de radiations excédant la limite que la NASA a déterminé pour les astronautes. L'instrument RAD a trouvé 2 types de radiations susceptibles de risquer la santé des astronautes :

-des GCRs pour galactic cosmic rays , particules émises par des explosions de supernova et par d'autres événements à haute énergie qui ont lieu hors du système solaire.

-des SEPs pour solar energetic particles , associées aux éruptions solaires et aux éjections de masse coronale.

La NASA utilisera les données obtenues avec Curiosity pour créer des missions sans danger pour les futurs explorateurs.

5/ Une atmosphère plus épaisse et plus d'eau dans le passé

Grâce au laboratoire SAM il a été découvert que l'atmosphère martienne actuelle est enrichie en isotopes les plus lourds d'hydrogène, de carbone et d'argon. Ces mesures indiquent que Mars a perdu une grande partie de son atmosphère et de son eau. Cette perte s'est passé dans l'espace au sommet de l'atmosphère martienne , un processus qui est observé par la sonde spatiale MAVEN.

BIBLIOGRAPHIE

<http://mars.nasa.gov/msl/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Mars_Science_Laboratory

https://www.nasa.gov/mission_pages/msl/index.html

Mars Science Laboratory Mission and Science

Investigation - John P. Grotzinger

<http://link.springer.com/article/10.1007/s11214-012->

9892-2